

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-249233

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 7/135

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 7247-5D

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-41585

(22) 出願日 平成6年(1994)3月11日

(71) 出願人 000005016

バイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(72) 発明者 梁川 直治

埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 バイオ
ニア株式会社所沢工場内

(72) 発明者 佐野 文彦

埼玉県所沢市花園4丁目2610番地 バイオ
ニア株式会社所沢工場内

(74) 代理人 弁理士 石川 泰男

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ

(57) 【要約】

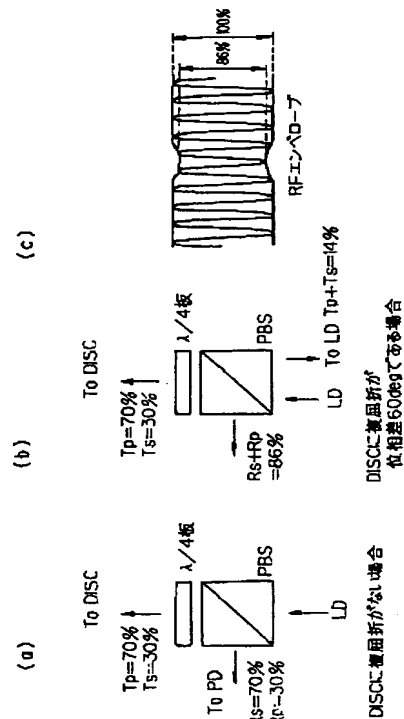
【目的】 光ディスクの材料に複屈折がある場合でも影響を受けず、レーザダイオードのノイズが少なく、既記録情報を破壊することなくフォトディテクタへ入射する光量を多くし安定した情報記録再生を行える光ピックアップを提供する。

【構成】 偏光プリズムのp偏光の透過率を T_p [%]とし、s偏光の透過率を T_s [%]とし、p偏光の反射率を R_p [%]とし、s偏光の反射率を R_s [%]とした場合に、ほぼ以下の条件を満たすように構成する。

$$60 [\%] \leq T_p \leq 90 [\%]$$

$$14 [\%] \leq R_s \leq 57 [\%]$$

$$R_p = 100 - T_p$$

$$T_s = 100 - R_s$$


【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フロントモニタ方式で出力制御され、p 偏光の出射光を出射するレーザダイオードと、受光光量に応じた出力信号を出力する光検出器と、前記出射光を透過して熱を用いて記録された外部の光ディスクに導くとともに前記光ディスクからの戻り光の少なくとも一部を反射して前記光検出器に導く偏光プリズムと、を有する光ピックアップにおいて、

前記偏光プリズムの p 偏光の透過率を T_p [%] とし、s 偏光の透過率を T_s [%] とし、p 偏光の反射率を R_p [%] とし、s 偏光の反射率を R_s [%] とし、前記レーザダイオードの最大出力パワーを LDP_{max} [mW] とし、前記光ディスクの最小記録パワーを RP_{min} [mW] とし、光学系における損失見込率を OP_{loss} [%] とし、フロントモニタ用光量を LP_{ref} [mW] とし、前記レーザダイオードの通常出力パワーを LDP [mW] とし、再生時に前記光ディスクに照射される再生光の最大パワーを PP_{max} [mW] とし、光ディスクの反射率を R_α [%] とし、再生時に前記光ディスクに照射される再生光の最小パワーを PP_{min} [mW] とした場合に、ほぼ以下の条件を満たすことを特徴とする光ピックアップ。

$$((RP_{min} / LDP_{max}) \times 100 + OP_{loss}) \leq T_p \text{ [%]}$$

$$(LP_{ref} / LDP) \times 100 \leq R_p \text{ [%]}$$

$$(PP_{min} / (PP_{max} \times R_\alpha)) \times 100 \leq R_s \text{ [%]}$$

$$R_p = 100 - T_p \text{ [%]}$$

$$T_s = 100 - R_s \text{ [%]}$$

【請求項 2】 請求項 1 記載の光ピックアップにおいて、

光ディスクの複屈折量を δ とし、前記レーザダイオードの p 偏光成分出射光強度を I_0 とし、複屈折量 $= \delta$ [deg] の場合のレーザダイオードへの全戻り光量 $I_{100\delta}$ を、

$$I_{100\delta} = T_p \cdot \sin^2 (\delta / 2) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0 + T_s \cdot \cos^2 (\delta / 2) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0$$

とし、複屈折量 $\delta = 0$ [deg] の場合のレーザダイオードへの戻り光量 I_{100} を、

$$I_{100} = T_s \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0$$

とし、複屈折によるレーザダイオードへの戻り光量への影響割合を X [%] とすると、

$$I_{100} / I_{100\delta} \leq (100 + X) / 100$$

を満たすことを特徴とする光ピックアップ。

【請求項 3】 フロントモニタ方式で出力制御され、p 偏光の出射光を出射するレーザダイオードと、受光光量に応じた出力信号を出力する光検出器と、前記出射光を透過して熱を用いて記録された外部の光ディスクに導くとともに前記光ディスクからの戻り光の少なくとも一部を反射して前記光検出器に導く偏光プリズムと、を有す

る光ピックアップにおいて、

前記偏光プリズムの p 偏光の透過率を T_p [%] とし、s 偏光の透過率を T_s [%] とし、p 偏光の反射率を R_p [%] とし、s 偏光の反射率を R_s [%] とした場合に、ほぼ以下の条件を満たすことを特徴とする光ピックアップ。

$$60 \text{ [%]} \leq T_p \leq 90 \text{ [%]}$$

$$14 \text{ [%]} \leq R_s \text{ [%]}$$

$$R_p = 100 - T_p \text{ [%]}$$

$$T_s = 100 - R_s \text{ [%]}$$

【請求項 4】 請求項 3 記載の光ピックアップにおいて、

$$R_s \leq 57 \text{ [%]}$$

の条件を満たすことを特徴とする光ピックアップ

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、情報再生装置に係り、特に熱記録を行った光ディスクから記録情報を再生するための光ピックアップに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の光ピックアップとして、無偏光光学系の光ピックアップ及び完全偏光光学系の光ピックアップがある。

【0003】 無偏光光学系の光ピックアップの概要光学系を図 10 に示す。無偏光光学系の光ピックアップは、偏光プリズムの p 偏光の透過率を T_p [%] とし、s 偏光の透過率を T_s [%] とし、p 偏光の反射率を R_p [%] とし、s 偏光の反射率を R_s [%] とした場合に、以下の条件を満たす光ピックアップである。

$$【0004】 T_p = T_s$$

$$R_p = R_s$$

$$T_p = 100 - R_p \text{ [%]} \quad (T_s = 100 - R_s \text{ [%]})$$

完全偏光光学系の光ピックアップの概要光学系を図 11 に示す。

【0005】 完全偏光光学系の光ピックアップは、同様にして以下の条件を満たす光ピックアップである。

$$T_p = 100 \text{ [%]}$$

$$R_s = 100 \text{ [%]}$$

$$T_s = 0 \text{ [%]}$$

$$R_p = 0 \text{ [%]}$$

図 11 (a) に示すように、光ディスクに複屈折がない場合には、フォトディテクタに入射する入射光の成分は、s 偏光の反射光が 100 [%]、p 偏光の反射光が 0 [%] となっており、レーザダイオードの出射光のほぼ 100 [%] が入射することとなっている。

【0006】 これに対し、図 11 (b) に示すように、光ディスクの複屈折の位相差が 60 [deg] の場合には、フォトディテクタに入射する入射光は、s 偏光が 75 [%] となり (図 6 参照)、レーザダイオードへの戻

り光量は25 [%]となっている。

【0007】この光量変化を視覚的に把握するためRFエンベロープ表示を行ったものが図11(c)である。上記従来の無偏光光学系の光ピックアップの利点は、光ディスクの材料に複屈折がある場合でも影響を受けない点である。

【0008】また、無偏光光学系のピックアップの欠点は、レーザダイオードへ再び戻る戻り光量が多いため、レーザダイオードのノイズが多くなる点と、フォトディテクタへ入射する光量が少ない点である。特に記録用に用いられるような高出力レーザダイオードでは高出力化のため端面反射率を低くしてあるので、レーザダイオードへの戻り光の影響は再生専用の低出力レーザダイオードよりも大きくなる。

【0009】さらにLDR (Laser Disc Recordable) 等においては記録時のパワーを下げるために反射率が低い(およそ40 [%])にもかかわらず、高速回転させているため記録パワーが要求される光ディスクにおいては、光ピックアップの高効率化と、フォトディテクタの入射光量の増加とを同時に満たす必要があり、無偏光光学系の光ピックアップの適用は困難であった。

【0010】これに対し、完全偏光光学系の光ピックアップの利点は、上記無偏光光学系の光ピックアップとは逆に、光ディスクからの反射光の全てがフォトディテクタ側に反射されるので、レーザダイオードのノイズが少なく、フォトディテクタへ入射する光量が多い点である。

【0011】また、完全偏光光学系の光ピックアップの欠点は、光ディスクの材料に複屈折がある場合にその影響を受ける点である。より具体的には、レーザダイオードより出射された光はp偏光が100 [%]であり、光ディスクの材料に複屈折が無ければ、4分の一波長板を経て、光ディスクに照射され、光ディスクにより反射されて、再び4分の一波長板を透過して、s偏光が100 [%]となる。

【0012】この結果、光ディスクの反射光は全て偏光プリズムにより反射されてフォトディテクタに至ることとなる。これに対し、光ディスクの材料に複屈折がある場合には、光ディスクの反射光は楕円偏光となり、この楕円偏光のp偏光成分は偏光プリズムを透過して再びレーザダイオードへ戻ることとなり、レーザダイオードのノイズが増加するとともに、フォトディテクタへの光量が減少することとなる。

【0013】また、現実的には、LDのEIAJ規格では、光ディスク材料として複屈折による両屈折光の位相差は40 [deg]以下と規定されており、CDの規格であるいわゆるレッドブックでは光ディスク材料として複屈折による位相差は46 [deg]以下であると規定されており、完全偏光光学系の光ピックアップにおける問題点が発生することとなる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のピックアップは、無偏光光学系並びに完全偏光光学系のそれぞれが一長一短であり、いずれかのメリットを重視して用いるのが現実であった。

【0015】ところで、記録用ピックアップは両光学系のメリットが必要とされ、従来のピックアップはこの要求に答えることができないという問題点があった。また、記録時のパワーを得るためにピックアップ効率を上げ、再生時のフォトディテクタにおける光量不足を補うためにレーザパワーを上げて光量を増加させることも考えられるが、上述したLDRのような記録可能な光ディスクでは、再生時の再生パワーにはしきい値があり、再生パワーが大きすぎると既に記録した情報が破壊されてしまい、このような光ピックアップを用いることはできないという問題点があった。

【0016】そこで本発明の目的は、光ディスクの材料に複屈折がある場合でも影響を受けず、レーザダイオードのノイズが少なく、既記録情報を破壊することなくフォトディテクタへ入射する光量を多くして安定した情報再生を行うことができる光ピックアップを提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1記載の発明は、フロントモニタ方式で出力制御され、p偏光の出射光を出射するレーザダイオードと、受光光量に応じた出力信号を出力する光検出器と、前記出射光を透過して熱を用いて記録された外部の光ディスクに導くとともに前記光ディスクからの戻り光の少なくとも一部を反射して前記光検出器に導く偏光プリズムと、を有する光ピックアップにおいて、前記偏光プリズムのp偏光の透過率を T_p [%]とし、s偏光の透過率を T_s [%]とし、p偏光の反射率を R_p [%]とし、s偏光の反射率を R_s [%]とし、レーザダイオードの最大出力を LDP_{max} [mW]とし、光ディスクの最小記録パワーを RP_{min} [mW]とし、光学系における損失見込率を OP_{loss} [%]とし、フロントモニタ用光量を LP_{min} [mW]とし、レーザダイオードの通常出力パワーを LDP [mW]とし、再生時に光ディスクに照射される再生光の最大パワーを PP_{max} [mW]とし、光ディスクの反射率を R_α [%]とし、再生時に光ディスクに照射される再生光の最小パワーを PP_{min} [mW]とした場合に、ほぼ以下の条件を満たすように構成する。

【0018】 $((RP_{min} / LDP_{min}) \times 100 + OP_{loss}) \leq T_p$ [%]

$(LP_{min} / LDP) \times 100 \leq R_p$ [%]

$(PP_{min} / (PP_{max} \times R_\alpha)) \times 100 \leq R_s$ [%]

50 $R_p = 100 - T_p$ [%]

$$T_s = 100 - R_s \quad [\%]$$

また、請求項 3 記載の発明は、フロントモニタ方式で出力制御され、p 偏光の出射光を出射するレーザダイオードと、受光光量に応じた出力信号を出力する光検出器と、前記出射光を透過して熱を用いて記録された外部の光ディスクに導くとともに前記光ディスクからの戻り光の少なくとも一部を反射して前記光検出器に導く偏光プリズムと、を有する光ピックアップにおいて、前記偏光プリズムの p 偏光の透過率を T_p [%] とし、s 偏光の透過率を T_s [%] とし、p 偏光の反射率を R_p [%] とし、s 偏光の反射率を R_s [%] とした場合に、ほぼ以下の条件を満たすように構成する。

$$【0019】 60 \quad [\%] \leq T_p \leq 90 \quad [\%]$$

$$14 \quad [\%] \leq R_s \quad [\%]$$

$$R_p = 100 - T_p \quad [\%]$$

$$T_s = 100 - R_s \quad [\%]$$

【0020】

【作用】まず上記各条件の設定理由を具体例を用いて説明する。現在実用化されているレーザダイオードの最大出力は 60 mW ($= LDP_{\text{max}}$) であり、光ディスクの記録パワーとして最低限 25 mW ($= RP_{\text{min}}$) 必要であるとすると、ピックアップ効率 ($= p$ 偏光の透過率 T_p) として、

$$25 / 60 = 41.7 \quad [\%]$$

必要である。さらに光学素子のロス、コリメータレンズにおけるけられ効率、3 ビーム分割比等を考慮に入れる必要がある。

【0021】例えば、光学素子によるロスを $85 \quad [\%]$ 、3 ビーム中のメインビーム比率を $83 \quad [\%]$ とし、他の要因 (ファクタ) は無いものとして計算すると PBS における p 偏光の透過率 T_p はおよそ $59.1 \quad [\%]$ 以上が必要となる。

【0022】実際には他の要因が加わり、光学素子のロス等も様々な値となるので、p 偏光の透過率 T_p はおよそ $60 \quad [\%]$ 以上に設定することが必要となる。ピックアップにおいては、レーザダイオードの出力パワーを正確に知るために、フォトディテクタを用いてフロントモニタを行っている。このフロントモニタにおいて、正確な出力パワーを知るためには、ある程度以上の S/N 比が要求される。

【0023】この条件を満足するためにフロントモニタ用のフォトディテクタへの光量が 0.15 mW ($= LP_{\text{min}}$) 以上あることが必要であるとすると、レーザダイオードの通常出力パワーを 1.5 mW ($= LDP$) とした場合、偏光プリズムにおける必要な p 偏光反射率 R_p は、

$$R_p \geq 0.15 / 1.5$$

$$\geq 10 \quad [\%]$$

である。

【0024】また、偏光プリズムにおける光の吸収を考

慮に入れなければ、

$$T_p = 100 - R_p \quad [\%]$$

であるので、

$$T_p \leq 90 \quad [\%]$$

となる。

【0025】さらに、レーザダイオードノイズが大きいと記録時及び再生時にノイズの影響がでてしまう。また、現時点において記録に用いられているレーザダイオードは、光ディスクからの戻り光量が $10 \quad [\%]$ ($= X$) を超えると、レーザダイオードノイズが急激に増加するという特性がある。

【0026】すなわち、光ディスクからの戻り光量が $10 \quad [\%]$ 以下であればノイズの影響を受けることなく記録再生を行える。そこで、レーザダイオードへの戻り光量を $10 \quad [\%]$ 以下に抑さえ、かつ、p 偏光透過率の下限値 ($60 \quad [\%] \leq T_p$) を考慮すると、 $42.8 \quad [\%] \leq T_s$ (約 $43 \quad [\%] \leq T_s$) となる。

【0027】さらにまた、光ディスクに照射される再生光であって再生時に記録データを破壊しない再生光のパワーの上限値を 1.5 mW ($= PP_{\text{max}}$) とし、再生光のパワーの下限値を 0.15 mW ($= PP_{\text{min}}$) とし、光ディスクの反射率を $70 \quad [\%]$ ($= R_a$) であるとすると、光ディスクからの戻り光のうち光検出器へ導かれるのは s 偏光成分だけであるので、

$$0.15 \leq 1.5 \times 0.7 \times R_s$$

$$14 \quad [\%] \leq R_s$$

$$\therefore 86 \quad [\%] \geq T_s$$

となる。

【0028】本発明によれば、p 偏光及び s 偏光の双方に基づいて出力信号を得るように構成されているので光ディスクの複屈折の影響を受けにくく、かつ、レーザダイオードへの戻り光量を少なくしてレーザダイオードノイズを減少させることができ、安定した記録、再生を行うことができる。

【0029】

【実施例】次に図面を参照して本発明の好適な実施例を説明する。図 1 に情報再生装置としての光ディスク再生装置の基本構成図を示す。

【0030】光ディスク再生装置 1 は、光ディスク 2 をスピンドルモータ 3 により回転駆動する。ピックアップ 4 は、キャリッジモータ 5 によりトラック方向に駆動され、光ディスク 2 の記録情報を読み取って RF (Radio Frequency) 信号 S_{RF} に変換してプリアンプ部 6 に出力する。プリアンプ部 6 は、RF 信号 S_{RF} を増幅してデコーダ部 7 に出力するとともに、フォーカシングエラー信号 S_{FE} 及びトラッキングエラー信号 S_{TE} を生成してサーボ部 8 に出力する。デコーダ部 7 は、RF 信号 S_{RF} を 2 値信号に変換し、同期パターンを分離して EFM (Eight to fourteen Modulation) 等の復調を行って D/A コ

ンバータ部 9 に出力するとともに、スピンドルモータエラー信号 S_{se} を生成し、サーボ部 8 に出力する。

【0031】サーボ部 8 は、スピンドルサーボ回路により線速度あるいは角速度が所定速度となるように PLL 回路を用いてスピンドルモータ 3 の回転数を制御する。

さらに、サーボ部 8 はフォーカシングサーボ回路によりピックアップ 4 の対物レンズの焦点位置を制御し、トラッキングサーボ回路により対物レンズを光ディスク 2 の半径方向に微小駆動し、読取位置を所定のトラック位置に保持する。さらにまた、サーボ部 8 は、キャリッジサーボ回路を介してキャリッジモータ 5 を駆動し、ピックアップ 4 全体を所定の半径位置に移動、保持する。

【0032】D/A コンバータ部 9 は、デコーダ部 7 から送られたデータをアナログ信号 S_{ia} に変換して出力する。システムコントローラ部 10 は各種データを記憶するメモリを有し、光ディスク再生装置 1 全体の制御を行う。

【0033】表示操作部 11 は、光ディスク再生装置 1 の動作状態、再生順番等の表示及び各データの入力を行うために用いられる。図 2 にピックアップ 4 周辺の概要構成図を示す。

【0034】ピックアップ 4 は、レーザ光を出射するレーザダイオード 20 と、レーザ光の出力をフロントモニタし、出力検出信号を出力する第 1 フォトディテクタ 21 と、自動出力制御回路 (APC) 22 A を含み出力検出信号に基づいてレーザダイオードの出力制御を行うレーザ制御回路 22 と、レーザダイオード 20 により出射されたレーザ光を集束光とするコリメータレンズ 23 と、集束光となったレーザ光を光ディスク 2 側に導き、フロントモニタ用のレーザ光を第 1 フォトディテクタ 21 に導くとともに、光ディスク 2 の反射光を後述の第 2 フォトディテクタ 24 に導く偏光プリズム (PBS) 25 と、s 偏光と p 偏光とを相互に変換するための $1/4$ 波長の光路差を生ずる 4 分の一波長板 26 と、 4 分の一波長板 26 からのレーザ光を光ディスク上に集光する対物レンズ 27 と、PBS 25 により導かれた光ディスク 2 の反射光を受光して電気信号に変換して出力する第 2 フォトディテクタ 24 と、第 2 フォトディテクタ 24 の出力信号を増幅して再生 RF 信号として出力する増幅回路 28 と、を備えて構成されている。

【0035】次に PBS の光学特性の概要を説明する。

A) PBS における p 偏光の透過率 T_p の設定

(A1) T_p の下限

現在実用化されているレーザダイオードの最大出力は 60 mW であり、光ディスクの記録パワーとして最低限 25 mW 必要であるとする、ピックアップ効率 (= p 偏光の透過率 T_p) として、

$$25/60 = 41.7 [\%]$$

必要である。さらに光学素子のロス、コリメータレンズにおけるけられ効率、3 ビーム分割比等を考慮に入れる

必要がある。

【0036】例えば、光学素子によるロスを 85

$[\%]$ 、3 ビーム中のメインビーム比率を $83 [\%]$ とし、他の要因 (ファクタ) は無いものとして計算すると PBS における p 偏光の透過率 T_p はおよそ $57 [\%]$ 以上が必要となる。

【0037】実際には他の要因が加わり、光学素子のロス等も様々な値となるので、p 偏光の透過率 T_p はおよそ $60 [\%]$ 以上に設定することが必要となる。

(A2) T_p の上限

光ピックアップ 4 においては、APC 22 A の制御及び記録時あるいは再生時のレーザダイオード 20 の出力パワーを正確に知るために、第 1 フォトディテクタ 21 を用いてフロントモニタを行っている。

【0038】このフロントモニタにおいて、正確な出力パワーを知るためには、ある程度以上の S/N 比が要求される。ここで第 1 フォトディテクタ 21 へ入射する光量と S/N 比、 C/N 比 (Carrier to Noise ratio) の関係について検討する。

【0039】第 1 フォトディテクタ 21 へ入射する光量と S/N 比 (C/N 比) の関係の実測データを図 3 に示す。図 3 によれば、第 1 フォトディテクタ 21 へ入射する光量が多いほど S/N 比が上昇することが示されている。

【0040】また、光ディスクシステムにおけるノイズは、大別すると次の 3 種類がある。

1) フォトディテクタに入射する光量に無関係かつ一定なノイズ量を有する熱雑音、増幅器のノイズ

2) 受光素子に入射する光量に比例するディスクノイズ及びレーザダイオードノイズ

3) 受光素子に入射する光量の平方根に比例するショットノイズ (ディテクタノイズ)

図 4 にこれらのノイズの理論計算値を示す。

【0041】図 4 に示すように、フォトディテクタへ入射する光量が比較的少ない領域ではショットノイズ (入射光量の平方根に比例) が支配的であり、この領域では光量が増加するほどショットノイズの増加率が次第に小さくなって C/N 比は改善されることとなる。

【0042】しかし、この領域を超え、さらにフォトディテクタへ入射する光量が増加すると、ディスクノイズ及びレーザダイオードノイズ (入射光量に比例) が支配的となりトータルのノイズも光量に比例するようになる。したがって、この領域では C/N 比は一定となり、フォトディテクタへの入射光量を増加しても、 C/N 比の改善はみられないこととなる。

【0043】換言すれば、フォトディテクタへの入射光量を増加しても、 S/N 比の改善には限度があることがわかる。そこで、図 3 及び図 4 に基づいてフロントモニタにおいて正確な出力パワーを知るために第 1 フォトディテクタへの光量が 0.15 mW 以上あることが必要で

あると仮定すると、レーザダイオードの出力パワーを 1.5mWとした場合、PBSにおける必要なp偏光反射率 R_p は、
 $R_p \geq 10$ [%]
 となる。

【0044】PBSにおける光の吸収を考慮に入れなければ、

$$T_p = 100 - R_p$$
 [%]

であるので、

$$T_p \leq 90$$
 [%]

となる。

B) PBSにおけるs偏光の透過率 T_s の設定

(B1) T_s の下限

レーザダイオードノイズが大きいと記録時及び再生時にノイズの影響が出てしまう。

【0045】現時点において記録に用いられているレーザダイオードは、光ディスクからの戻り光量が10 [%]を超えると、レーザダイオードノイズが急激に増加するという特性がある。

【0046】すなわち、光ディスクからの戻り光量が10 [%]以下であればノイズの影響を受けることなく記録再生を行える。そこで、レーザダイオードへの戻り光量を10 [%]以下に押さえることを考える。

【0047】ディスクの反射率を R_α 、複屈折を δ 、レーザダイオードのp偏光成分出射光強度を I_0 、PBSのp偏光透過率を T_p 、s偏光透過率を T_s 、p偏光反射率を R_p 、s偏光反射率を R_s とすると、光ディスクへの入射光強度 I は、

$$I = T_p \cdot I_0$$

で表され、光ディスクからの戻り光のp偏光成分及びs偏光成分は、それぞれ、

$$p \text{ 偏光成分: } \sin^2(\delta/2) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0$$

$$s \text{ 偏光成分: } \cos^2(\delta/2) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0$$

で表される。

【0048】これによりPBSを再び透過してレーザダイオードへ向かう戻り光のp偏光成分及びs偏光成分は、それぞれ、

$$p \text{ 偏光成分: } T_p \cdot \sin^2(\delta/2) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0$$

$$s \text{ 偏光成分: } T_s \cdot \cos^2(\delta/2) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0$$

で表される。

【0049】ゆえにレーザダイオードへの全戻り光量 I_{ret} は、

$$I_{\text{ret}} = T_p \cdot \sin^2(\delta/2) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0 + T_s \cdot \cos^2(\delta/2) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0$$

となる。

【0050】したがって、複屈折量 $\delta = 0$ [deg]の場合のレーザダイオードへの戻り光量 I_{ret} は、

$$I_{\text{ret}} = T_s \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0$$

となり、複屈折量 $\delta = 60$ [deg]の場合のレーザダイオードへの戻り光量 I_{ret} は、

$$I_{\text{ret}} = T_p \cdot (1/4) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0 + T_s \cdot (3/4) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0$$

$$= (1/4) \cdot R_\alpha \cdot T_p \cdot I_0 \cdot (3 \cdot T_s + T_p)$$

これらより、複屈折によるレーザダイオードへの戻り光量 I_{ret} の変動を10 [%]以下にするためには、

$$I_{\text{ret}} / I_{\text{ret}} \leq (100 + 10) / 100$$

すなわち、

$$I_{\text{ret}} / I_{\text{ret}} = (3 \cdot T_s + T_p) / (4 \cdot T_s) \leq 1.1$$

となり、この式を T_s について解くと、

$$T_s \geq 0.71 \cdot T_p$$

となる。

【0051】そこで、上述のp偏光透過率の下限値(60 [%] $\leq T_p$)を代入すると、

$$42.6$$
 [%] $\leq T_s$

となり、およそ

$$43$$
 [%] $\leq T_s$

となる。

【0052】以上の説明は、複屈折量 $\delta = 60$ [deg]の場合であったが、実際の複屈折量はこれ以下であり、レーザダイオードへの戻り光量 I_{ret} はさらに小さなものとなる。

(B2) T_s の上限

光ディスクに照射される再生光であって再生時に記録データを破壊しない再生光のパワーの上限値を1.5mWとし、第2フォトディテクタにおける再生光パワーの下限値を0.15mWとし、光ディスクの反射率を70 [%]であるとする、光ディスクからの戻り光のうち第2フォトディテクタへ導かれるのはs偏光成分だけであるので、

$$0.15 \leq 1.5 \times 0.7 \times R_s$$

$$14$$
 [%] $\leq R_s$

$$\therefore 86$$
 [%] $\geq T_s$

となる。

【0053】以上の結果をまとめると、PBSのp偏光透過率 T_p 、s偏光透過率 T_s 、p偏光反射率 R_p 及びs偏光反射率 R_s の設定範囲はおおよ次の通りとなる。

$$60$$
 [%] $\leq T_p \leq 90$ [%]

$$14$$
 [%] $\leq R_s \leq 57$ [%]

$$43$$
 [%] $\leq T_s \leq 80$ [%]

$$10$$
 [%] $\leq R_p \leq 40$ [%]

次にPBSの光学特性について詳細に検討する。

【0054】ここで、レーザダイオードを出射され、第2フォトディテクタへ導かれるレーザ光の光量及び再びレーザダイオードに戻る戻り光の光量をジョーンズベクトルを用いて計算する。

【0055】まず光ディスクへ入射する入射レーザ光の電界成分 $[E_i, E_r]$ を表すと、

【0056】

【数1】

$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_1 \\ \sin \theta_1 \end{bmatrix} E_0 e^{j\omega t} \quad \dots (1)$$

但し、 $j^2 = -1$

となる。この場合において、光ディスクに複屈折 δ があるとすると、この場合の光ディスクの反射光の電界成分

* 【0057】

【数2】

【 E_{x1} 、 E_{y1} 】は、

*

$$\begin{bmatrix} E_{x1} \\ E_{y1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \exp(j\delta/2) & 0 \\ 0 & \exp(j\delta/2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} \quad \dots (2)$$

と表せる。さらに4分の一波長板を考慮した(45 [deg] 回転行列を加えた)場合の反射光の電界成分

※ 【0058】

【数3】

【 E_{x2} 、 E_{y2} 】は、

※

$$\begin{bmatrix} E_{x2} \\ E_{y2} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \exp(j\delta/2) & 0 \\ 0 & \exp(j\delta/2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

となる。この(3)式を計算すると、

★ 【数4】

【0059】

★ 20

$$\begin{bmatrix} E_{x2} \\ E_{y2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \exp(j\delta/2) & 0 \\ 0 & \exp(j\delta/2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

となり、また、X軸及びY軸に対して角度 θ_2 の方向に光ディスクの複屈折があった場合の反射光の電界成分

☆ 【0060】

【数5】

【 E_{x3} 、 E_{y3} 】は、

☆

$$\begin{bmatrix} E_{x3} \\ E_{y3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_2 & \sin \theta_2 \\ -\sin \theta_2 & \cos \theta_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_{x2} \\ E_{y2} \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

となる。ここでPBSが光ディスクの複屈折の影響をもっとも受ける方向にピックアップを配置する場合を考慮すると、

◆ となり、(5)式に(1)式及び(4)式を代入すると、

 $\theta_1 = \theta_2 = \pi/4$

30

【0061】

【数6】

$$\begin{bmatrix} E_{x3} \\ E_{y3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \delta/2 \\ \sin \delta/2 \end{bmatrix} E_0 e^{j\omega t} \quad \dots (6)$$

となる。この各成分をパワーに換算した場合のパワー成分を【 I_{x3} 、 I_{y3} 】で表せば、

【0062】

【数7】

$$\begin{bmatrix} I_{x3} \\ I_{y3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \{E_x\}^2 \\ \{E_y\}^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos^2 (\delta/2) \\ \sin^2 (\delta/2) \end{bmatrix} I_0 \quad \dots (7)$$

但し、 $(I_0)^2 = E_0$

となる。この(7)式は光ディスクの反射光量が、光ディスク基板の複屈折の関数になっていることを示している。

【0063】次にPBSのファクターを加味して第2フォトディテクタへ導かれる受光レーザ光の光量 I_{PD} 及び戻り光 I_{LB} の光量を求める。受光レーザ光の光量 I_{PD} 及び戻り光の光量 I_{LB} はそれぞれPBSにおける反射光及

び透過光であるので、PBSのp偏光透過率 T_p [%]、s偏光透過率 T_s [%]、p偏光反射率 R_p [%]及びs偏光反射率 R_s [%]を用いて(8)式のように表すことができる。

【0064】

【数8】

$$\begin{bmatrix} I_{PD} \\ I_{LB} \end{bmatrix} = \frac{1}{100} \begin{bmatrix} R_s & R_p \\ T_s & T_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos^2 (\delta/2) \\ \sin^2 (\delta/2) \end{bmatrix} I_0 \quad \dots (8)$$

この(8)式において、

$$T_s = R_p = 0 \text{ [\%]}$$

$$T_p = R_s = 100 \text{ [\%]}$$

とすれば、完全偏光光学系を表し、

$$T_s = T_p$$

$$R_s = R_p$$

とすれば、無偏光光学系を表す。

【0065】この(8)式を用いて、複屈折による受光レーザ光の光量 I_{rs} 及び戻り光の光量 I_{rp} を本願の偏光光学系及び従来の完全偏光光学系のそれぞれについて求めたものを図5に示す。また、図6は図5の部分拡大図である。

【0066】この場合において、本願の偏光光学系におけるPBSの光学特性を、

$$T_p = R_s = 70 \text{ [\%]}$$

$$T_s = R_p = 30 \text{ [\%]}$$

として計算している。

【0067】図5において、横軸は2つの屈折光の位相差〔deg〕、縦軸は受光レーザ光の光量 I_{rs} の最大値(= I_0)を100〔%〕とした場合の相対光量を示す。なお、複屈折の影響のみを考慮し、光ディスクにお

$$\begin{aligned} I_{rs} &= \{R_s \cdot \cos^2(\delta/2) + R_p \cdot \sin^2(\delta/2)\} / 100 \\ &= \{R_s \cdot \cos^2(\delta/2) \\ &\quad + (100 - R_s) \cdot \sin^2(\delta/2)\} / 100 \quad \dots (9) \end{aligned}$$

となる。

【0072】この(9)式により複屈折量 $\delta = 0$ 〔deg〕の場合の受光レーザ光の光量 I_{rs0} 及び複屈折量 δ ※

$$I_{rs0} = R_s / 100 \quad \dots (10)$$

$$\begin{aligned} I_{rs\delta} &= \{0.75 R_s + 0.25 \cdot (100 - R_s)\} / 100 \\ &= \{0.5 R_s + 25\} / 100 \quad \dots (11) \end{aligned}$$

図7において、縦軸は(12)式に示されるように、複屈折量 $\delta = 0$ 〔deg〕の場合の受光レーザ光の光量 I_{rs0} と複屈折量 $\delta = 60$ 〔deg〕場合の受光レーザ光の★

$$(I_{rs\delta} - I_{rs0}) / I_0 = 0.5 - 25 / R_s \quad \dots (12)$$

図7中、PBSの効率50〔%〕の時が従来の無偏光光学系に相当し、PBSの効率100〔%〕の時が従来の完全偏光光学系に相当する。すなわち、無偏光光学系と完全偏光光学系との間で複屈折量 $\delta = 0$ 〔deg〕の場合の受光レーザ光の光量 I_{rs0} と複屈折量 $\delta = 60$ 〔deg〕場合の受光レーザ光の光量 $I_{rs\delta}$ の差(減少分)の受光光量 I_{rs} の最大値 I_0 に対する比は0〔%〕～25〔%〕の間で変化することとなる。

【0075】次にPBSの効率(= T_p)とレーザダイ

$$\begin{aligned} I_{rp} &= \{T_s \cos^2(\delta/2) + T_p \sin^2(\delta/2)\} \\ &\quad \cdot I_0 / 100 \quad \dots (13) \end{aligned}$$

ここで、受光光量 I_{rp} の最大値 I_0 はレーザダイオードの出射パワーを100〔%〕とすると、PBSの透過率に対応して制限を受ける。レーザダイオードの出射光はp偏光100〔%〕であるので、

$$I_{rp} = \{T_s \cos^2(\delta/2) + T_p \sin^2(\delta/2)\}$$

* ける反射による減衰はないものとして計算している。

【0068】図5に示すように、従来の完全偏光光学系では、s偏光のみをフォトディテクタに取り込むこととなるため、フォトディテクタにおける受光光量は0〔%〕～100〔%〕の範囲で変化することとなる。

【0069】これに対し、本願の偏光光学系によれば、複屈折の依存性の異なる反射光のp偏光成分、s偏光成分の両者をフォトディテクタに取り込むことができるため、フォトディテクタにおける受光光量は40〔%〕～100〔%〕の範囲で変化するだけであり、フォトディテクタの出力信号を増幅するアンプの増幅率をあまり高くする必要等が生じることがなく、ノイズ等の影響を受けることなく安定して動作することができる。

【0070】次にPBSの効率(= T_p)を変化させた場合について検討する。図7に光ディスクの複屈折がない場合(複屈折=0〔deg〕)の受光レーザ光の光量 I_{rs} を100〔%〕とし、複屈折=60〔deg〕の場合にPBSの効率を変化させた時の受光レーザ光の光量 I_{rs} の変化を示す。この場合において $R_p = T_s = 100 - T_p$ 〔%〕である。

【0071】 $I_0 = 1$ とすると、(8)式より、

※ = 60〔deg〕場合の受光レーザ光の光量 $I_{rs\delta}$ を求めると、それぞれ(10)式及び(11)式となる。

【0073】

★ 光量 $I_{rs\delta}$ の差(減少分)の受光光量の最大値 I_0 に対する比をパーセント表示したものである。

【0074】

☆ オードへの戻り光の光量 I_{rp} について検討する。図8にPBSの効率(= T_p)を変化させた場合のレーザダイオードへの戻り光の光量 I_{rp} 変化を、本願の偏光光学系において、複屈折量 $\delta = 0$ 〔deg〕の場合、複屈折量 $\delta = 60$ 〔deg〕の場合及び従来の無偏光光学系の場合について示す。

【0076】レーザダイオードへの戻り光量 I_{rp} は(8)式より、(13)式に示すようなものとなる。

◆ $I_0 = T_p$ 〔%〕

となる。また、光ディスクの反射率を40〔%〕とすると、(13)式は、(14)式に示すものとなる。

【0077】

$$\cdot 0.004 T_p [\%]$$

$$\cdots (14)$$

無偏光光学系では s 偏光透過率 T_s と p 偏光透過率 T_p * は等しい ($T_s = T_p$) ので、

$$I_{10} = 0.004 T_p^2 \quad \cdots (15)$$

となる。

$$\ast T_p = R_s$$

【0078】本願の偏光光学系においては、PBSにおける透過率及び反射率の関係を

$$R_p = T_s = 100 - T_p [\%]$$

※ とすると、(14)式は、

$$I_{10} = \{ T_p \cdot (\sin^2 (\delta/2) + \cos^2 (\delta/2) + 100 \cdot \cos^2 (\delta/2) \} \times 0.004 T_p \quad \cdots (16)$$

となる。

★ = 60 [deg] を (16) 式に代入し、整理すると

【0079】ここで複屈折がある場合の一例として、 $\delta \star$

$$I_{10} = -0.002 T_p^2 + 0.3 T_p \quad \cdots (17)$$

が得られる。

☆ 0 [deg] を (16) 式に代入し、整理すると、

【0080】また、複屈折がない場合、すなわち、 $\delta = \star$

$$I_{10} = -0.004 T_p^2 + 0.4 T_p \quad \cdots (18)$$

が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0081】これらの (15) 式、(17) 式、(18) 式に基づいてグラフ化したものが図 8 である。図 8 より、レーザダイオードへの戻り光量が 10 [%] 以下で複屈折の有無による変動が少ない PBS の効率として

20

は 70 [%] (= T_p) 程度が好ましいと考えられる。
【0082】図 9 に PBS の効率を 70 [%] とした場合の光学系の動作説明図を示す。図 9 (a) に示すように、光ディスクに複屈折がない場合には、第 2 フォトディテクタに入射する入射光の成分は、s 偏光の反射光が 70 [%]、p 偏光の反射光が 30 [%] ととなっており、トータルでレーザダイオードの出射光のほぼ 100 [%] が入射することとなっている。

【0083】これに対し、図 9 (b) に示すように、光ディスクの複屈折の位相差が 60 [deg] の場合には、第 2 フォトディテクタに入射する入射光は、s 偏光及び p 偏光を合せて 86 [%] (図 6 参照) となり、レーザダイオードへの戻り光量は 14 [%] となっている。なお、実際の光ディスクでは、上述したように複屈折の位相差が 60 [deg] にもなることはないので、実用上十分な値となっている。

【0084】この光量変化を視覚的に把握するため RF エンベロープ表示を行ったものが図 9 (c) である。以上の結果を図 11 の従来例と比較すると、戻り光量が少なく、フォトディテクタへの入射光量が増加していることがわかり、S/N 比を改善することができ、安定した記録、再生を行えることがわかる。

【0085】

【発明の効果】本発明によれば、光ピックアップは、p 偏光及び s 偏光の双方に基づいて出力信号を得るように構成されているので、光ディスクに複屈折がある場合でも複屈折の影響を受けにくく、かつ、レーザダイオードへの戻り光量を少なくすることによりレーザダイオードノイズを減少させることができ、安定した記録、再生を行うことができる。

50

【図 1】光ディスク再生装置の概要構成ブロック図である。

【図 2】光ピックアップの概要構成を示すブロック図である。

【図 3】フォトディテクタの入射光量と S/N の関係を示す図である。

【図 4】光ディスクシステムにおけるノイズの説明図である。

【図 5】実施例と従来例の動作状態の比較説明図である。

【図 6】図 5 の部分拡大図である。

【図 7】プリズムの効率を変化させた場合のフォトディテクタの入射光量の変化の説明図である。

【図 8】レーザダイオードへの戻り光量の説明図である。

【図 9】実施例の光ピックアップの動作説明図である。

【図 10】従来例の無偏光光学系光ピックアップの動作説明図である。

【図 11】従来の完全偏光光学系光ピックアップの動作説明図である。

【符号の説明】

1…光ディスク再生装置

2…光ディスク

3…スピンドルモータ

4…ピックアップ

5…キャリッジモータ

6…プリアンプ部

8…サーボ部

7…デコーダ部

9…D/A コンバータ部

20…レーザダイオード

21…第 1 フォトディテクタ

22A…自動出力制御回路 (APC)

22…レーザ制御回路

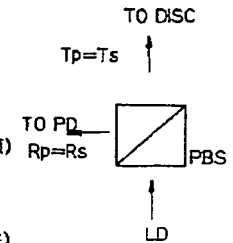
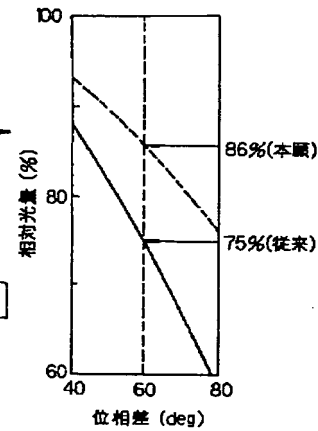
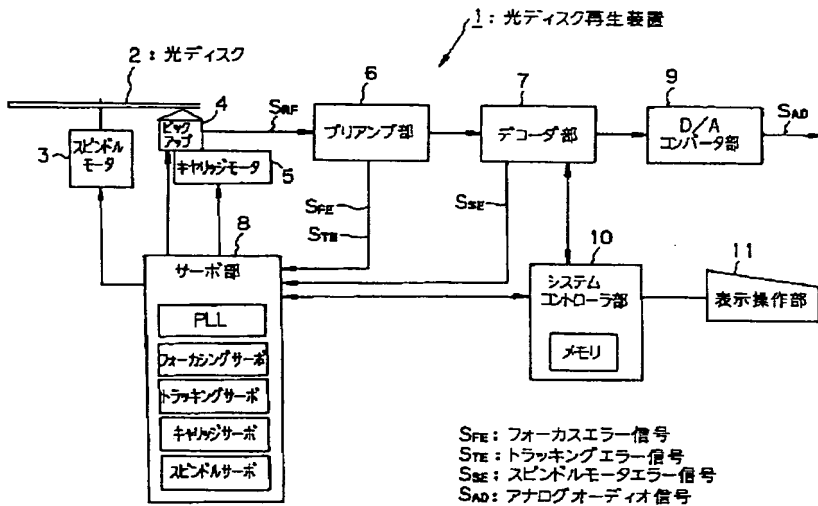
23…コリメータレンズ
24…第2フォトディテクタ
25…偏光プリズム (PBS)
26…4分の一波長板
27…対物レンズ

* 28…増幅回路
S_F…RF 信号
S_{FE}…フォーカシングエラー信号
S_{TE}…トラッキングエラー信号
* S_{SE}…スピンドルモータエラー信号

【図1】

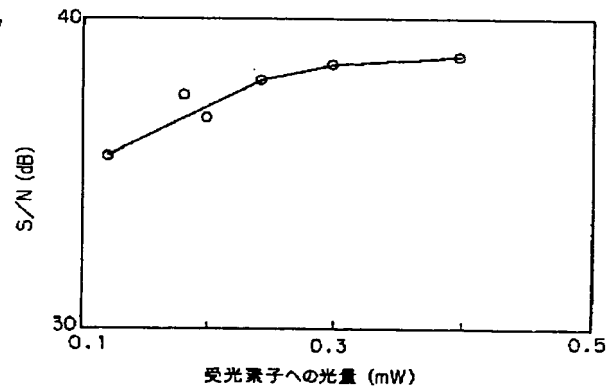
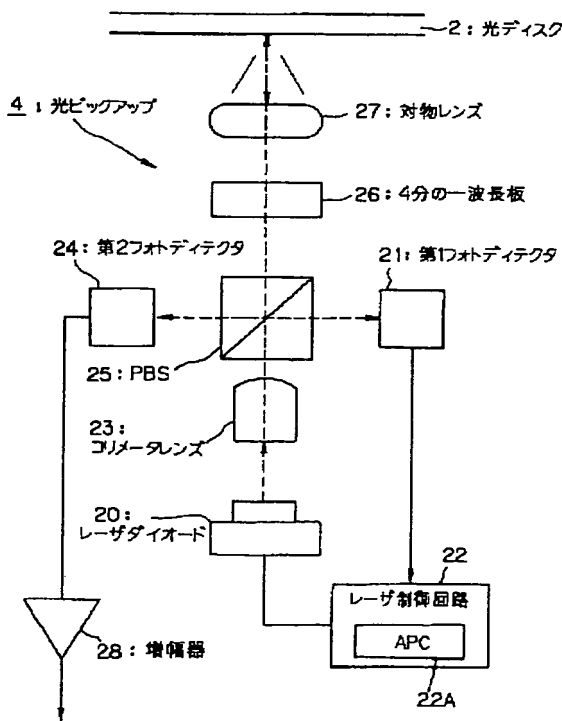
【図6】

【図10】

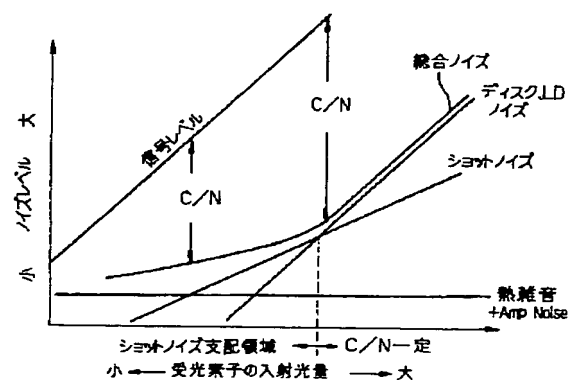


【図2】

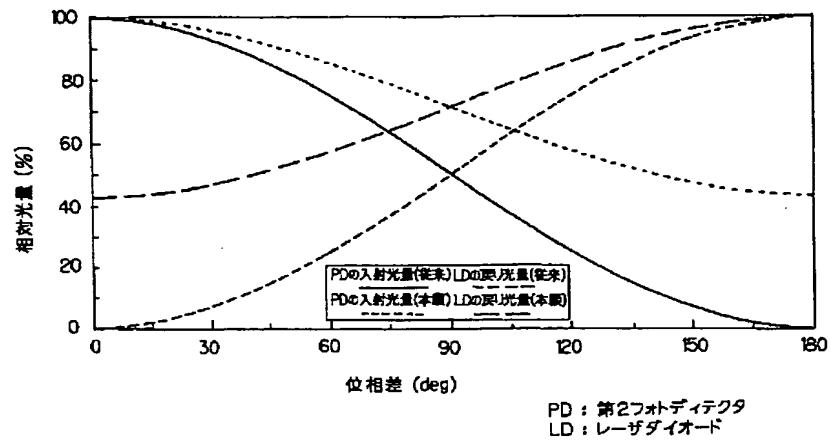
【図3】



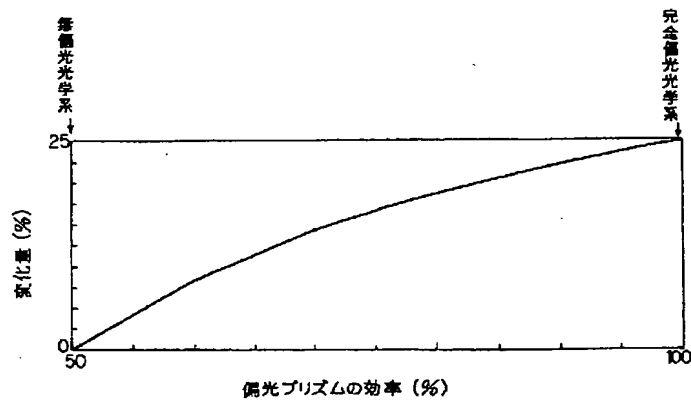
【図4】



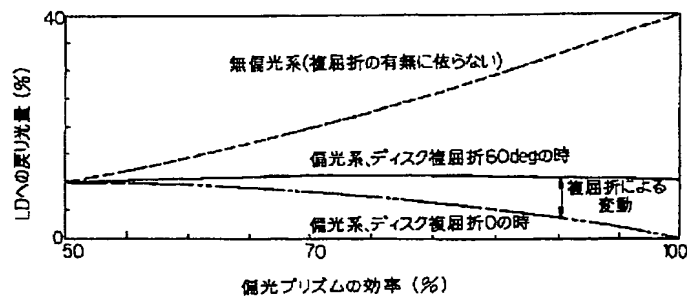
【図 5】



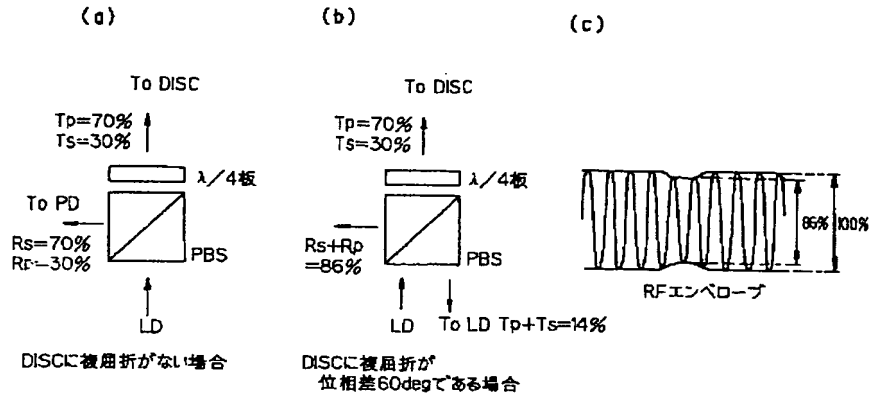
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 11】

